

3100098010439

Anotasi
2473
S

TUGAS AKHIR
PDP

**ANALISA PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
BENDA KERJA ST 37
PADA PROSES MILLING VERTIKAL**



RSM
620.112 92
Fai
2-1
1996

Disusun oleh :

MUHAMMAD FAIS
Nrp. : 2192030034

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1996**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA ST 37
PADA PROSES MILLING VERTIKAL**

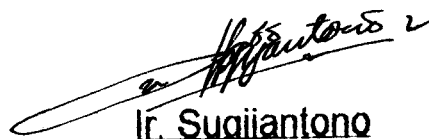
TUGAS AKHIR

**Diajukan guna memenuhi sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Ahli Madya Dasar
pada**

**Bidang Studi Manufakturing dan Bahan
Program Studi D III Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri**

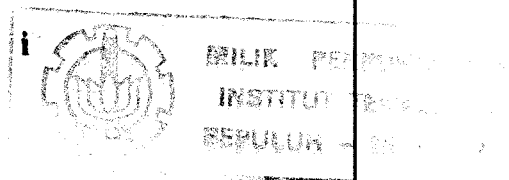
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

**Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing**



**Ir. Sugijantono
NIP 131618499**

**SURABAYA
OKTOBER 1996**



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa, karena berkat petunjuk dan hidayahnya kami dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar besamya kepada :

1. Bapak Ir. Sugijantono, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
2. Bapak Ir. Eddy Widiyono, Msc selaku koordinator Tugas Akhir
3. Bapak Dr. Ir Soeharto, DEA selaku ketua program studi D III FTI - ITS
4. Semua bapak bapak yang ada di BLK Surabaya yang telah banyak membantu dalam pencarian data
5. Mama tu tercinta, saudara saudaraku dan seluruh anggota keluarga yang telah banyak memberi dukungan
6. Serta rekan rekan mahasiswa D III Teknik Mesin FTI - ITS Surabaya

Akhirnya dengan selesainya Tugas Akhir ini kami berharap semoga makalah yang telah kami susun ini banyak memberi manfaat bagi pembaca.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Surabaya, Oktober 1996

Penyusun

ABSTRAKSI

Pada era globalisasi saat ini dibidang perindustrian, mesin mesin konvensional masih banyak digunakan yang mana sering menimbulkan permasalahan berkaitan dengan kekasaran permukaan benda kerja. Untuk itu penulis melakukan penelitian tentang kekasaran permukaan benda kerja ST 37 dengan menggunakan mesin milling vertikal di workshop D III Teknik Mesin dengan parameter dua kondisi pemotongan yaitu kecepatan dan kecepatan makan, dimana-masing masing parameter dibagi menjadi tiga taraf yaitu untuk kecepatan 75, 150, dan 600 rpm. Sedang untuk kecepatan makan digunakan 19, 60 dan 120 mm/min . Sehingga ada 9 perlakuan, setelah itu kesembilan spesimen yang telah difreis dengan perlakuan yang berbeda tersebut diuji kekasaran permukaannya dengan parameter Ra dan dengan panjang sampel 0,8 mm. Setelah data data dianalisa dengan analisa statistik dan secara grafis.

Hasil yang diperoleh dari pengolahan data diatas adalah untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh kecepatan makan dan kecepatan potong pada proses milling vertikal di worshop D III Teknik Mesin ITS berpengaruh terhadap kehalusan permukaan benda kerja.

DAFTAR ISI

Lembar pengesahan.....	i
Kata pengantar.....	ii
Abstraksi.....	iii
Daftar isi.....	iv
Daftar Tabel.....	v
Daftar gambar.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang masalah.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan penulisan.....	3
1.4 Batasan masalah.....	3
1.5 Sistematika penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Proses mengefreis (milling).....	6
2.2 Konfigurasi permukaan.....	10
2.3 Permukaan dan profil.....	11
2.4 Parameter permukaan.....	13
2.5 Beberapa parameter permukaan yang lain.....	17
2.6 Faktor faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan.....	18
2.6.1 Type pembentukan chip atau geram.....	18
2.6.1.1 Continous chip.....	19
2.6.1.2 Continous chip with Built up edge.....	19
2.6.1.3 Discontinous chip.....	21
2.6.2 Kondisi pemotongan.....	22
2.6.2.1 Kecepatan pemotongan (v).....	22
2.6.2.2 Kecepatan makan.....	23
BAB III DESAIN EKSPERIMEN.....	24
3.1 Eksperimen Faktorial $a \times b$	24

BAB IV PERALATAN YANG DIGUNAKAN.....	29
4.1 Peralatan yang digunakan.....	29
4.1.1 Mesin milling.....	29
4.1.2 Pahat.....	30
4.1.3 Benda kerja.....	30
4.1.4 Surface roughness tester.....	31
4.2 Pelaksanaan percobaan.....	32
4.3 Pengukuran kekasaran.....	34
4.4 Hasil percobaan.....	34
BAB V ANALISA DATA PEMBAHASAN.....	35
5.1 Analisa Varian.....	35
5.2 Pembahasan.....	40
5.2.1 Pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.....	40
5.2.2 Pengaruh kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan.....	
BAB VI KESIMPULAN.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Karakteristik profil hasil permesinan	13
Tabel 2-2	Tingkat harga kekasaran aritmatik.....	18
Tabel 3-1	Skema data sampel.....	25
Tabel 3-2	Analisa varian (ANAVA).....	27
Tabel 4-1	Susunan data kekasaran.....	33
Tabel 5-1	Hasil pengukukuhan kekasaran.....	36
Tabel 5-2	Analisa varian.....	38
Tabel 5-3	Kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.....	41
Tabel 5-4	Kecepatan makan terhadap kekasaran permukaan.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Mengefreis naik.....	8
Gambar 2-2 Mengefreis turun.....	8
Gambar 2-3 Mengefreis tegak.....	8
Gambar 2-4 Mengefreis datar.....	8
Gambar 2-5 Mesin freis lutut.....	9
Gambar 2-6 Penampang pengukuran benda kerja.....	12
Gambar 2-7 Berbagai profil terhadap profil terukur.....	15
Gambar 2-8 Pengukuran horizontal pada profil.....	16
Gambar 2-9 Continous chip.....	19
Gambar 2-10 Continous chip dengan built up edge.....	20
Gambar 2-11 Discontinous chip.....	21
Gambar 2-12 Pengaruh kecepatan potong pada kekasaran.....	22
Gambar 2-13 Pengaruh kecepatan makan pada kekasaran.....	23
Gambar 4-1 Pahat milling.....	30
Gambar 4-2 Dimensi benda kerja.....	30
Gambar 4-3 Surftest.....	32
Gambar 4-4 Arah pengefreisan.....	33
Gambar 4-5 Posisi dan arah pengukuran.....	34
Gambar 5-1 Grafik kecepatan potong terhadap kekasaran.....	42
Gmabar 5-2 Grafik kecepatan makan terhadap kekasaran.....	44

B A B I

P E N D A H U L U A N

1.1 Latar Belakang Masalah

Banyak permasalahan yang timbul yang berkaitan dengan kekasaran permukaan dalam proses perautan benda kerja .Terkadang kualitas permukaan benda kerja yang dihasilkan tidak memenuhi persyaratan yang diperlukan, dalam hal ini perlu diadakan pemilihan kondisi pemotongan yang sesuai sehingga hasil kekasarannya sesuai dengan persyaratan yang diinginkan.

Untuk mengetahui kualitas permukaan yang dihasilkan, maka harus ada peralatan yang dapat mengukur dengan teliti mengenai kualitas permukaan, dengan demikian orang tidak lagi menggunakan metode pikiran yang hanya mengandalkan perasaan saja yaitu hanya dengan meraba permukaan benda kerja. Pengukuran kekasaran yang teliti sangat diperlukan industri permesinan yang memproduksi komponen mesin dengan tingkat ketelitian geometris yang tinggi.

Kekasaran permukaan pada dasarnya merupakan ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan yang bisa berupa goresan goresan atau kawah kawah kecil pada suatu permukaan, goresan goresan ataupun kawah kecil tersebut

menjadi takikan (notch) yang merupakan konsentrasi tegangan, sehingga merupakan tempat kegagalan awal bila dikenai beban tinggi terutama kalau bebannya berfluktuasi maka retakan bisa terjadi.

Goresan goresan atau kawah kawah yang terjadi merupakan tempat yang mudah digenangi oleh cairan cairan yang tak berguna, jika cairan itu bersifat korosif maka permukaan benda kerja yang kasar akan mudah terkena korosif yang dapat menurunkan ketahanan mekanismenya.

Mengingat keadaan keadaan tersebut maka perlu dipilih kondisi pemotongan yang sesuai hingga dihasilkan kualitas permukaan seperti yang disyaratkan, untuk itu perlu diketahui hubungan fungsional antara kekerasan dengan kondisi pemotongan yang dimaksud. Dengan mengoptimasi kondisi pemotongan melalui hubungan tersebut diharapkan dapat mengatasi masalah yang berkaitan dengan kekasaran permukaan benda kerja.

1.2 Permasalahan

Untuk menghasilkan kualitas permukaan yang baik sesuai dengan persyaratan khususnya pada proses milling vertikal, kondisi pemotongan yang meliputi: kecepatan pemotongan (v), kecepatan pemakanan (f), dan kedalaman pemotongan (D) pada proses tersebut, perlu diatur.

Tetapi pada kenyataannya, sulit menentukan berapa besar

kondisi pemotongan yang dimaksud. Pemilihan kondisi pemotongan yang coba-coba tidak akan menguntungkan, apalagi kalau benda kerja yang diproses berharga mahal dan disamping juga memakan waktu dan tenaga.

Karena itu untuk menentukan kondisi pemotongan tersebut dengan baik, perlu ditentukan suatu model persamaan fungsional antara kondisi pemotongan yang dimaksud dengan kekasaran permukaan.

Dengan demikian diharapkan dapat mempermudah pemilihan kondisi pemotongan dan menghasilkan kualitas permukaan seperti yang dipersyaratkan.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan suatu kesimpulan yang menyatakan hubungan antara kondisi pemotongan yang terdiri dari kecepatan pemotongan $\langle v \rangle$, dan kecepatan pemakanan $\langle f \rangle$, dan kedalaman pemotongan (D) dengan menggunakan metode statistik pengukuran surface yang baik.

1.4 Batasan masalah

Untuk tugas akhir ini eksperimen dilakukan pada mesin milling vertikal, sedangkan benda kerja yang digunakan dalam eksperimen ini adalah baja ST 37, sedangkan pahat yang digunakan adalah HSS.

Pada eksperimen ini mesin diasumsikan dalam keadaan baik, sehingga getaran mesin sedikit sekali dan tidak mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja dalam proses permesinan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, serta batasan masalah

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan teori dasar konfigurasi permukaan, cara permesinan dan beberapa hal yang mendasari dalam penulisan ini

BAB III DESAIN EKSPERIMEN

Bab ini menguraikan tentang cara menganalisa data yang akan didapat.

BAB IV PROSEDUR DAN CARA PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang cara-cara dan prosedur penelitian serta alat-alat yang digunakan.

BAB V ANALISA DATA

Bab ini menerangkan tentang analisa data data yang didapat dari penelitian.

BAB VI KESIMPULAN

B A B II

D A S A R T E O R I

2.1 PROSES MENGEFREIS (MILLING)

Dalam proses permesinan mengefris (milling) ada dua jenis utama dari pahat freis (milling cutter) yaitu pahat selubung/ mantel (slab milling cutter) dan pahat fresi termasuk pahat bermata potong jamak dengan jumlah mata potong sama dengan jumlah gigi freis (z). Sesuai dengan jenis pahat yang dipakai dikenal dua cara mengefris yaitu :

- mengefris datar (slab milling) dengan sumbu putaran pahat freis selubung sejajar dengan permukaan benda kerja.
- mengefris tetak (face milling) dengan sumbu putaran freis muka tegak lurus dengan permukaan benda kerja.

Selanjutnya mengefreis datar sendiri dibedakan menjadi dua macam yaitu mengefreis naik (up milling/ conventional milling).

Proses mengefreis turun akan menyebabkan benda kerja tertekan kemeja dan meja terdorong oleh pahat turun dapat menimbulkan getaran bahkan kerusakan, proses mengefreis

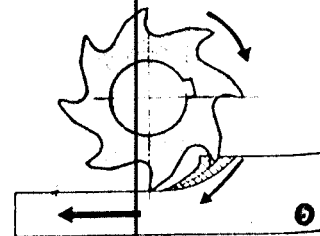
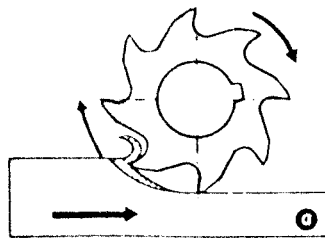
naik dipilih karena alasan tersebut diatas, sehingga dinamakan cara konvensional. Akan tetapi mengefreis naik akan mempercepat keausan pahat sebab mata pemotong lebih menggesek benda kerja yaitu pada saat mulai memotong dimulai dengan ketebalan geram nol.

Dan juga mengefreis naik mengandalkan cengkaman benda kerja pada meja, sebab bila cengkramannya kurang kuat maka akan menimbulkan getaran yang cukup kuat, selain itu mengefreis naik membuat permukaan benda kerja akan lebih kasar, dengan semakin baiknya konstruksi mesin freis maka mengefreis turun cenderung dipilih karena lebih produktif dan lebih halus hasilnya, hal ini karena pemotongan dimulai dari ketebalan geram yang besar hingga nol maka mengefreis turun tidak dianjurkan bila benda kerja terlalu keras (misalnya benda kerja hasil proses pengerolan panas dengan permukaan yang keras).

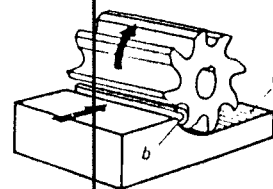
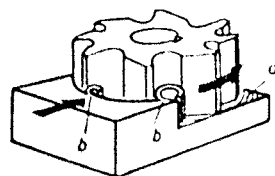
Mengefreis naik atau turun memang perlu dipilih dengan tepat dengan memperhatikan berbagai hal seperti yang disinggung diatas, termasuk analisa sistem pemotongan (kondisi benda kerja, lenturan dan cara pemegangan).

Pahat freis dengan diameter tertentu dipasangkan pada poros utama mesin freis dengan perantara poros pemegang (untuk pahat freis selubung) atau langsung melalui hubungan poros dan lubang konis (untuk pahat freis muk yang mempunyai poros konis). Seperti halnya pada mesin

bubut, putaran yang tersedia pada mesin freis. Posisi sumbu poros utama mesin freis dapat horozontal ataupun vertikal, tergantung pada jenis mesinnya. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini, benda kerja yang dipasangkan pada meja dapat diatur kecepatan makanya tergantung dari harga gerak makan pergigi yang diinginkan. Besarnya kecepatan makan antara lain dipengaruhi oleh jumlah gigi (z) dari pahat freis karena untuk kecepatan makan yang sama, gerak makan pergigi (f_z) menjadi berlainan bila jumlah gigi berbeda. Kedalaman potong diatur dengan cara menaikkan meja melalui roda pemutar untuk menggeserkan lutut pada tiang mesin freis.

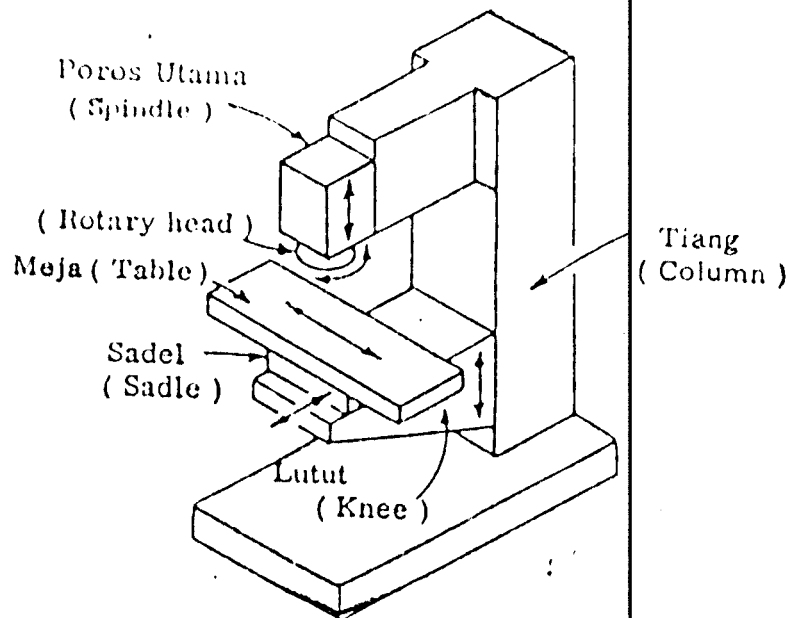


Gambar 2-1 Mengfreis naik^[5] Gambar 2-2 Mengfreis turun^[5]



Gambar 2-3 Mengfreis tegak^[1] Gambar 2-4 Mengfreis datar^[5]

Untuk mengefreis tegak yaitu dengan menggunakan pahat muka kekasaran pada benda kerja yang timbul biasanya berupa guratan guratan melingkar.



Gambar 2-5 Mesin Freis Lutut (knee type milling machine)^[7]

1. Sepanjang sumbu vertikal (gerakan searah sumbu z) dengan menaikkan atau menurunkan lutut.
2. Sepanjang sumbu horizontal (gerakan searah sumbu y) dengan gerakan dari sadel sepanjang lutut.
3. Sepanjang sumbu horizontal (gerakan searah sumbu x) dengan gerakan meja yang menyilang pada sadel.

Rumus elemen elemen dasar pada proses mengefreis adalah sebagai berikut :

kecepatan makan pergigi (f_z) : ... (5)

$$f_z = \frac{V_f}{n \cdot z} \quad \text{mm/gigi}$$

Sedangkan kecepatan potong (V_t) diperoleh dari persamaan :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad \text{mm/min} \quad \dots (5)$$

$$\text{Waktu pemotongan } (t_c) = \frac{l_t}{V_f} \quad \dots (5)$$

dimana :

d = diameter luar pahat freis ; mm

n = putaran poros utama ; rpm

z = jumlah gigi ; buah

l_t = panjang permesinan ; mm

V_f = kecepatan makan ; mm/min

2.2 KONFIGURASI PERMUKAAN

Yang dimaksud dengan permukaan disini adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Jika ditinjau dengan skala kecil maka pada dasarnya konfigurasi suatu permukaan dari suatu elemen mesin adalah merupakan suatu karakteristik geometris yang dalam hal ini dapat berupa suatu mikrogeometrik. Karakteristik suatu permukaan memegang peranan yang penting dalam perencanaan elemen mesin, yaitu yang berhubungan dengan gesekan, keausan, pelumasan, tahanan kelelahan dari komponen perekatan dua atau lebih komponen komponen mesin dan sebagainya.

Karakteristik permukaan sebagaimana dimaksud oleh

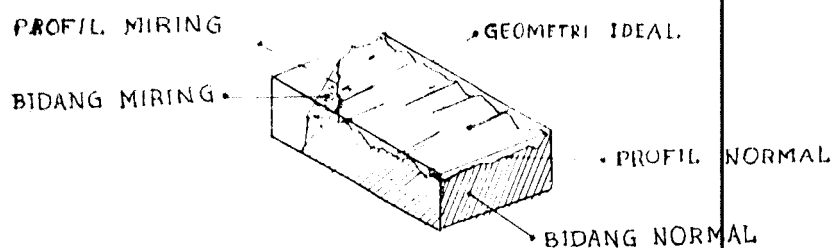
perencana inilah yang sedapat mungkin harus dipenuhi oleh sipembuat komponen. Setiap proses pengerjaan mempunyai ciri tertentu atas permukaan benda kerja yang dihasilkan. Oleh karena itu sebelumnya harus dipertimbangkan terlebih dahulu proses pengerjaan yang mana yang harus dipergunakan.

2.3 PERMUKAAN DAN PROFIL

Karena ketidak sempurnaan alat ukur dan cara pengukurannya, maka suatu permukaan sesungguhnya (real surface) tidak dapat dibuat duplikatnya melainkan hanya mendekati bentuk sesungguhnya dan ini disebut permukaan terukur (measured surface). Sebagai contoh misalnya suatu celah atau retakan sempit pada permukaan tidak akan dapat diikuti oleh jarum peraba (stylus) dari alat ukur karena dimensi jarum peraba ini relatif besar dari ukuran celah. Karena terjadinya penyimpangan-penyimpangan selama proses pengukuran maka permukaan geometris ideal atau biasa disebut geometrically ideal surface yaitu permukaan yang dianggap mempunyai bentuk sempurna, tidaklah dapat dibuat. Pada gambar teknik penulisan syarat permukaan mengikuti suatu standart tertentu. Suatu permukaan yang disyaratkan pada gambar teknik tersebut disebut permukaan nominal.

Karena kesulitan dalam mengukur dan menyatakan

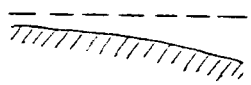
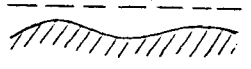
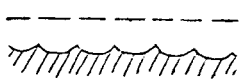
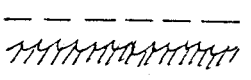
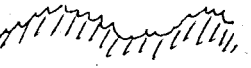
besaran yang diukur dari suatu permukaan secara tiga dimensi maka dilakukan pembatasan yaitu dengan hanya memandang penampang permukaan yang dipotong secara tegak lurus (normal), serong (oblique), singgung (tangensial). Untuk pemotongan normal dan serong, garis pemotongannya dinamakan profil.



Gambar 2-6 Penampang pengukuran benda kerja⁽¹⁾

Ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan bila ditinjau dari profilitnya terdiri dari beberapa tingkat seperti dalam tabel dibawah ini, tingkatan pertama merupakan ketidak teraturan mikro geometris, tingkatan kedua yang disebut dengan gelombang (waviness) adalah ketidak teraturan periodik dengan panjang gelombang lebih besar dari kedalamannya (Amplitudo), tingkatan ketiga yaitu alur (grooves) serta tingkatan keempat yang disebut dengan serpihan (flakes), keduanya dikenal dengan istilah kekasaran (roughness).

Tabel 2.1 Karakteristik profil hasil permesinan^[7]

TINGKATAN	BENTUK GRAFIS	ISTILAH	KEMUNGKINAN PENYEBABNYA
1		Kesalahan bentuk	- lenturan perkakas - kesalahan posisi - pemegangan benda
2		Gelombang (waviness)	- kesalahan penyenteran perkakas - getaran mesin
3		alur (grooves)	- jejak pemotongan (bentuk ujung pahat dan gerak makan
4		serpihan (flakes)	- proses pembentukan geram
5			- kombinasi dari ketidak teraturan 1 s/d 4

2.4 PARAMETER PERMUKAAN

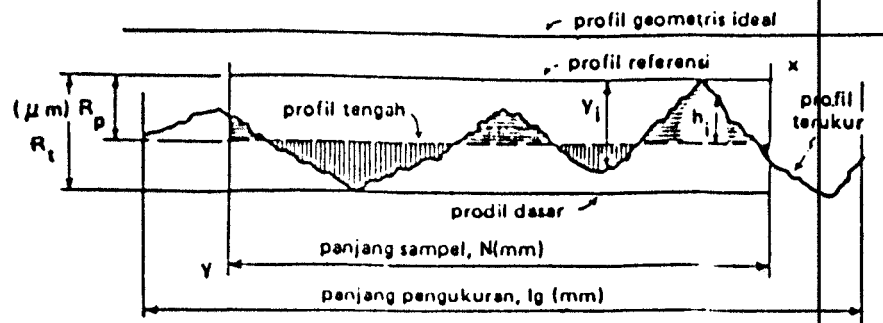
Untuk memproduksi profil suatu permukaan maka jarum peraba (stylus) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan garis lurus dengan jarak tertentu panjang lintasan ini disebut panjang pengukuran (traversing length (g)) . Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti, secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian dari panjang pengukuran dimana

dilakukan analisa profil permukaan disebut dengan panjang sampel (sample length ; l)

Beberapa istilah profil seperti tampak pada gambar yang perlu dijelaskan antara lain adalah :

- a. PROFIL GEOMETRIS IDEAL adalah profil dari geometris ideal (dapat berupa garis lurus, lengkung atau lingkaran).
- b. PROFIL TERUKUR adalah profil dari permukaan terukur
- c. PROFIL REFERENSI (REFERENCE PROFILE) adalah profil yang digunakan sebagai referensi untuk menganalisa ketidak teraturan konfigurasi permukaan, profil ini dapat berupa garis lurus atau garis yang sesuai dengan geometris ideal serta menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur dalam suatu panjang sampel.
- d. PROFIL DASAR (ROOT PROFILE) adalah profil yang digunakan sebagai referensi bawah yaitu profil referensi yang digeser kebawah (arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal pada suatu panjang sampel) sehingga menyinggung titik terendah dari profil terukur
- e. PROFIL TENGAH (CENTRE PROFILE) adalah profil referensi yang digeser (arah tegak lurus profil geometris ideal pada suatu panjang sampel) sedemikian hingga jumlah luas daerah diatas profil tengah sampai keprofil terukur sama dengan jumlah luas daerah daerah dibawah profil tengah sampai ke profil terukur

(pada gambar ditunjukkan dengan daerah daerah yang diarsir mendatar dan tegak)



Gambar 2-7 Gambar berbagai profil terhadap profil terukur untuk suatu panjang sampel

Berdasarkan profil profil tersebut ada beberapa parameter permukaan yaitu yang berhubungan dengan dimensi arah tegak dan mendatar. Untuk dimensi arah tegak dikenal beberapa parameter yaitu :

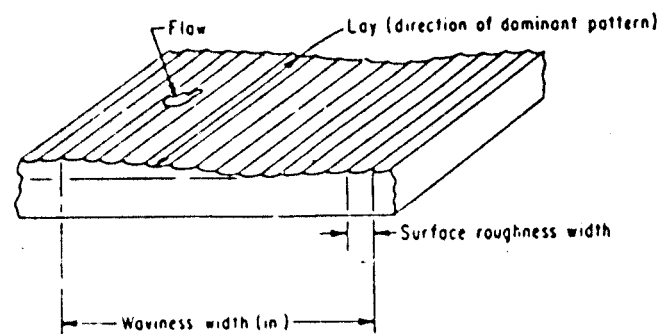
- KEDALAMAN TOTAL (peak to valley height/total height) R_t , adalah jarak antara profil referensi dengan profil dasar (μm)
- KEDALAMAN PERATAAN (depth of surface smoothness) R_p , adalah jarak rata rata anatara profil referensi dengan profil terukur. R_p juga sama dengan antara profil referensi dengan profil tengah .

c. KEKASARAN RATA RATA ARITMATIK (mean roughness index / centre line average CLA) R_a adalah harga rata rata aritmatik dari harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah

$$R_a = \frac{1}{l} \cdot \sum_{i=1}^N |h_i| \cdot \mu m \quad \dots (7)$$

Sedangkan untuk dimensi mendatar seperti gambar dibawah ada beberapa parameter yaitu :

- lebar gelombang (waveness width) A_w , adalah rata rata aritmatik dari semua jarak a_w antara dua buah puncak (dari profil terukur) yang berdekatan pada suatu panjang sampel l (mm)
- lebar kekasaran (roughness width), A_r adalah rata rata aritmatik dari semua jarak a_r di antara dua puncak kekasaran (dari profil terukur) yang berdekatan



Gambar 2-8 Pengukuran horizontal pada profil

2.5 BEBERAPA PARAMETER PERMUKAAN YANG LAIN

Pada waktu mengukur suatu permukaan, maka hasil yang lebih baik diperoleh dengan cara merata ratakan hasil pengukuran dari beberapa tempat, arah panjang pengukuran adalah sembarang kecuali jika ada ketentuan bahwa panjang pengukuran harus tegak lurus terhadap alur alur bekas pengerjaan, dan ini merupakan cara yang paling banyak dipraktekkan), apabila arah telah ditentukan, maka pengukuran yang dilakukan pada beberapa tempat haruslah menggunakan arah panjang yang sama.

Harga R_t kadang kadang juga digunakan tersendiri untuk menyatakan spesifikasi permukaan, hal ini dapat dimaklumi karena kehadiran suatu celah sempit yang dalam pada permukaan komponen mesin harus dihindari untuk mencegah menurunnya daya tahan kelelahan komponen mesin.

Harga suatu parameter permukaan dapat berubah jika digunakan panjang sampel yang berbeda, oleh sebab itu dianjurkan untuk menggunakan panjang sampel yang tertentu, proses permesinan kecuali proses grinding, honing dan super finishing biasanya akan menghasilkan permukaan dengan kelas kekasaran dari N_5 sampai N_{10}

Tabel 2-2 Tingkat harga kekasaran aritmatik²¹

HARGA KEKASARAN R_a		ANGKA KELAS KEKASARAN
μm	$\mu inch$	
50	2000	N12
25	1000	N11
12,5	500	N10
6,3	250	N9
32	125	N8
1,6	62	N7
0,8	32	N6
0,4	16	N5
0,2	8	N4
0,1	4	N3
0,05	2	N2
0,025	1	N1

2.6 Faktor - faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan.

Hal - hal yang sangat penting yang mempengaruhi kekasaran permukaan hasil pemesinan pada mesin perkakas adalah sebagai berikut :

1. Type pembentukan chip (geram).
2. Kondisi pemotongan (V, F)
3. Cairan pendingin

2.6.1 Type pembentukan chip atau geram.

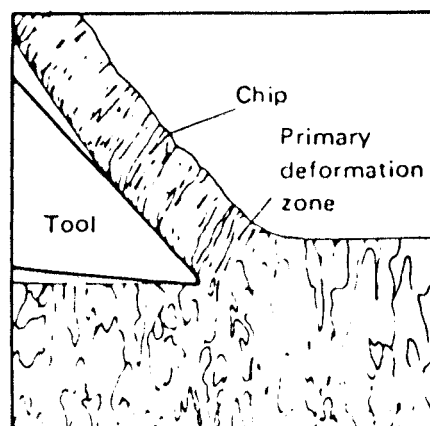
Dalam proses pemesinan, terbentuknya chip dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

- a. Continuous chip
- b. Continuous chip dengan Built-up Edge.
- c. Discontinuous chip.

2.6.1.1 Continuous chip

Chip jenis ini merupakan jenis yang ideal pada saat pemotongan logam. Chip ini biasanya timbul pada saat pemotongan bahan yang ulet (ductile) dengan kecepatan potong yang tinggi disertai dengan cairan pendingin sehingga angka gesekannya rendah. Dalam hal ini logam diubah bentuknya secara kontinyu dan meluncur di permukaan pahat tanpa retak.

Bila saat pemotongan material terbentuk chip yang kontinyu, maka hasil permukaan yang didapatkan akan lebih baik (halus).



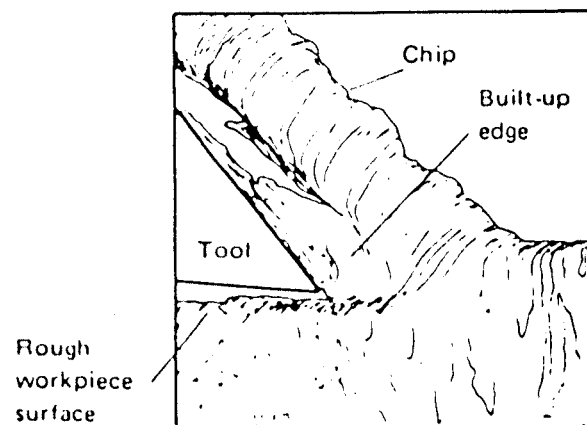
Gb 2.9 Continuous chip ^(2)

2.6.1.2 Continuous chip dengan Built-up Edge.

Chip jenis ini dihasilkan pada saat pemotongan logam yang ulet (ductile) dengan angka gesekan yang tinggi (biasanya terjadi pada pemotongan logam tanpa cairan pendingin).

Built-up Edge (BUE) terjadi karena adanya proses adhesi, yaitu proses penempelan material benda kerja pada pahat (bersatu seolah-olah dilas) akibat tekanan dan temperatur yang tinggi, apalagi jika afinitas (daya adhesi) antara material benda kerja dan pahat cukup kuat.

Secara periodik, BUE akan jatuh bersama chip atau kadang-kadang menempel pada permukaan pada saat dilakukan pemotongan. Oleh karena itu permukaan yang dihasilkan menjadi lebih kasar bila dibandingkan dengan permukaan yang terjadi dengan continuous chip.



Gb 2.10 Continuous chip dengan Built-up Edge [2]

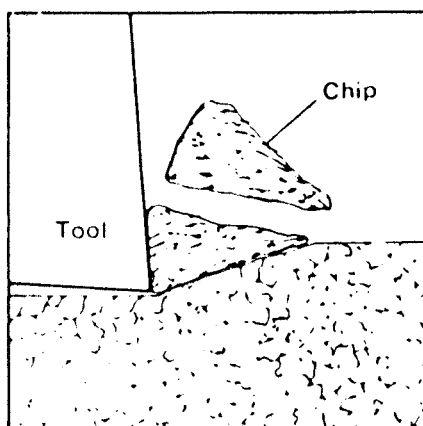
Hasil permukaan pemesinan ini dapat diperbaiki dengan menaikkan kecepatan potong atau dapat juga dengan mengurangi kedalaman pemotongan.

2.6.1.3 Discontinuous chip

Chip jenis ini didapatkan pada saat pemotongan logam yang rapuh (brittle). Chip yang terbentuk akan terputus-putus atau tidak kontinyu akibat struktur material yang rapuh.

Chip tidak kontinyu ini dapat juga terbentuk pada material yang ulet kalau koefisien geseknya tinggi. Tetapi chip semacam ini bila terjadi pada bahan yang ulet menunjukkan kondisi pemotongan yang buruk.

Dalam hal ini kekasaran hasil pemesinan tergantung pada ukuran dari chip, semakin kecil ukuran chip kekasaran permukaan hasil pemesinan akan semakin halus.

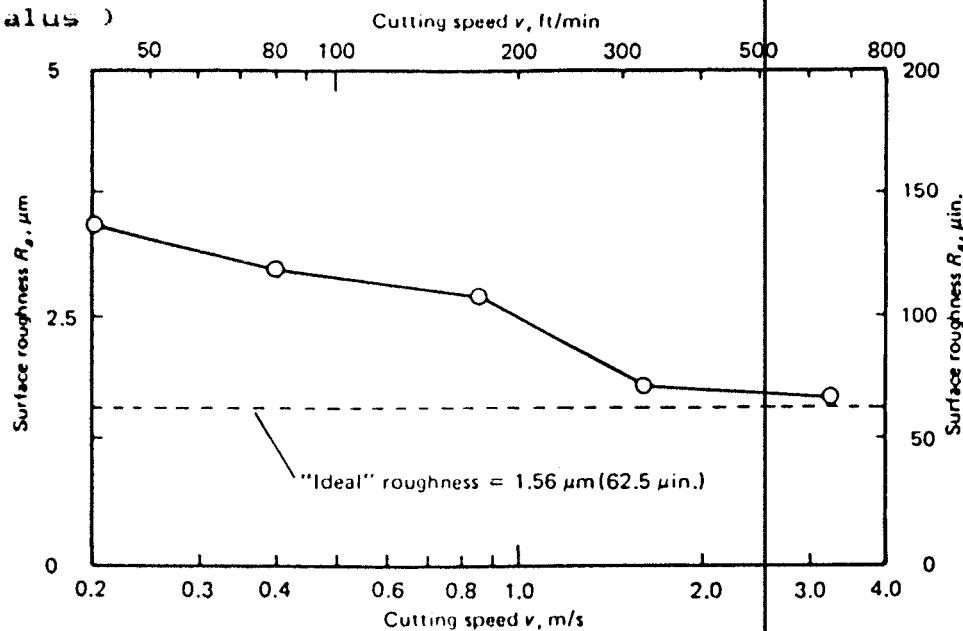


Gb 2.11 Discontinuous chip [2]

2.6.2 Kecepatan pemotongan.

2.6.2.1 Kecepatan pemotongan (v)

Karakteristik hubungan antara kecepatan potong dan surface finished (kekasaran permukaan) dapat dilihat pada gambar 2.1. Terlihat pada gambar tersebut bahwa dengan kenaikan kecepatan potong, maka harga kekasaran akan turun (lebih halus)

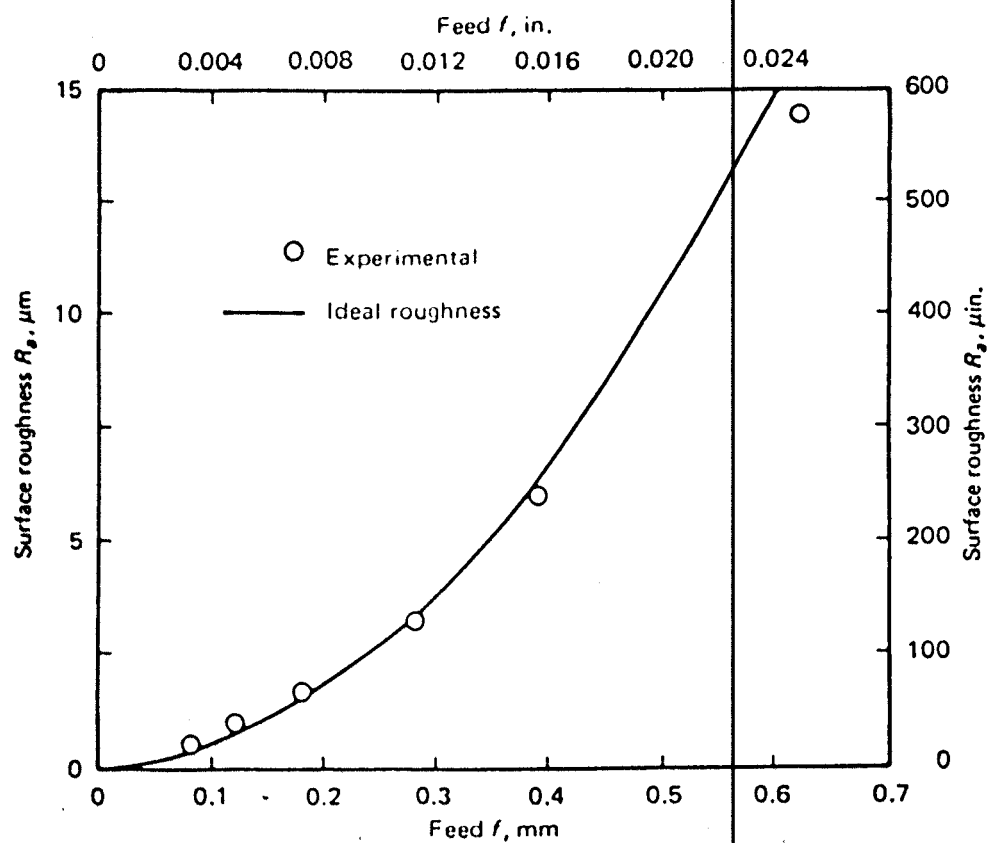


6b 2.12 Pengaruh kecepatan potong pada kekasaran. ⁽²⁾

Pada kecepatan potong rendah kekasaran permukaan menjadi sangat kasar, hal ini karena pada kecepatan rendah akan mudah sekali terbentuk chip yang mempunyai Built-up Edge. Sedang pada kecepatan yang tinggi, Built-up Edge akan menghilang sehingga permukaan menjadi lebih halus.

2.6.2.2 Kecepatan makan

Hubungan antara kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan hasil pemesinan mempunyai karakteristik seperti gambar 2.13 Terlihat pada gambar tersebut bahwa dengan kenaikan kecepatan pemakanan maka kekasaran permukaan akan naik atau menjadi lebih kasar.



Gambar 2.13 Pengaruh kecepatan makan terhadap kekasaran

[2]

B A B III

D E S A I N E K S P E R I M E N

3.1 EKSPERIMEN FAKTORIAL $a \times b$

Pada penulisan tugas akhir ini eksperimen yang dilakukan melibatkan dua faktor yaitu gerak makan (f) . Yang mempunyai 3 taraf faktor dan putaran mesin (rpm) yang merupakan gerak potong dan mempunyai 3 taraf juga oleh karena itu desain eksperimen ini dinamakan desain eksperimen Faktorial 3×3 , maka dari itu diperlukan 9 kombinasi yang berbeda beda. Skema data sampel untuk desain eksperimen faktorial $a \times b$ ditunjukkan pada tabel 3-1

Pada desain faktorial ini untuk mengisi daftar (JK) perlu diketahui terlebih dahulu definisi definisi dari :

Y_{ijk} = variabel respon hasil observasi ke- k yang terjadi karena pengaruh bersama taraf ke- i faktor a dan taraf ke- j faktor b

A_i = efek taraf ke- i faktor A

B_j = efek taraf ke- j faktor B

AB_{ij} = efek interaksi antara taraf ke- i faktor A dan taraf ke- j faktor B

maka untuk keperluan Analisa Variansi (ANAVA) perlulah dihitung harga-harga jumlah kuadrat (JK) :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 ; \text{dengan derajat kebebasan (dk) = } a.b.n$$

Tabel 3-1 Skema data sampel [6]

	Taraf	Faktor B				Jumlah	Rata-rata
		1	2	...	..b		
Faktor A	1	Y_{111}	Y_{121}	...	Y_{1b1}		
		Y_{112}	Y_{122}	...	Y_{1b2}		
			
		Y_{11n}	Y_{12n}	...	Y_{1bn}		
	Jumlah	J_{110}	J_{120}	...	J_{1b0}	J_{100}	
	Rata-rata	\bar{Y}_{110}	\bar{Y}_{120}	...	\bar{Y}_{1b0}		\bar{Y}_{100}
Faktor A	.	.....	.....	.....	.....	...	...

	a	Y_{a11}	Y_{a21}	...	Y_{ab1}		
		Y_{a12}	Y_{a22}	...	Y_{ab2}		
Faktor A		.	.	.	.
		Y_{a1n}	Y_{a2n}	...	Y_{abn}		
	Jumlah	J_{a10}	J_{a20}	...	J_{ab0}	J_{a00}	
	Rata-rata	\bar{Y}_{a10}	\bar{Y}_{a20}	...	\bar{Y}_{ab0}		\bar{Y}_{a00}
Faktor A	Jumlah Besar	J_{010}	J_{020}	...	J_{0b0}	J_{000}	
	Rata-rata Besar	\bar{Y}_{010}	\bar{Y}_{020}	...	\bar{Y}_{0b0}		\bar{Y}_{000}

Tabel 1. Skema data sampel [6]

J_{i00} = jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf
ke-i faktor A

$$= \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{0j0} = jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf
ke-j faktor B

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{ijo} = jumlah nilai pengamatan yang ada dalam taraf
ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

$$= \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

J_{000} = jumlah nilai semua pengamatan

$$= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$R_y = J_{000}^2 / abn$: dengan $dk = 1$

A_y = jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk semua taraf
faktor A

$$= \sum_{i=1}^a \left\{ J_{i00}^2 / bn \right\} - R_y \quad ; \text{ dengan } dk = a - 1$$

$$\begin{aligned}
 B_y &= \text{jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk semua taraf} \\
 &\quad \text{faktor B} \\
 &= \sum_{j=1}^b \left\{ J_{0j0}^2 / a n \right\} - R_y \quad ; \text{ dengan dk} = b-1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 J_{ab} &= \text{jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antara sel untuk} \\
 &\quad \text{daftar a x b} \\
 &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \left\{ J_{ij0}^2 / n \right\} - R_y
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AB_y &= \text{jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk interaksi} \\
 &\quad \text{antara faktor A dan faktor B} \\
 &= J_{ab} - A_y - B_y \quad ; \text{ dengan dk} = (a-1)(b-1)
 \end{aligned}$$

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - A_y - B_y - AB_y \quad ; \text{ dengan dk} = ab(n-1)$$

Daftar ANAVA untuk desain eksperimen faktorial a x b dengan harga-harga jumlah kuadrat-kuadrat diatas tampak seperti tabel 3-2 :

Tabel 3-2 Analisa Variansi (ANAVA)¹⁶

DAFTAR ANAVA DESAIN EKSPERIMEN FAKTORIAL a x b
DESAIN ACAK SEMPURNA
(n pengamatan tiap sel)

Sumber Variasi	dk	JK	KT	F
Rata-rata	1	R_y	R	
Perlakuan				
A	a - 1	A_y	A	Bergantung pada sifat taraf faktor
B	b - 1	B_y	B	
AB	(a-1)(b-1)	AB_y	AB	
Kekeliruan	ab(n-1)	E_y	E	
Jumlah	abn	$\sum Y^2$	-	-

Untuk model tetap, yaitu apabila peneliti hanya mempunyai a buah taraf faktor A dan hanya b buah taraf faktor B dan semuanya digunakan dalam eksperimen yang dilakukan, maka hipotesis yang digunakan adalah :

H_{01} = tidak terdapat efek faktor A

H_{02} = tidak terdapat efek faktor B

H_{03} = tidak terdapat efek interaksi faktor A dan faktor B

Untuk menguji hipotesis tersebut :

H_{01} dipakai statistik $F = A / E$

H_{02} dipakai statistik $F = B / E$

H_{03} dipakai statistik $F = AB / E$

Daerah kritis pengujian ditentukan oleh :

$F_{\alpha, (a-1), ab(n-1)}$ untuk H_{01}

$F_{\alpha, (b-1), ab(n-1)}$ untuk H_{02}

$F_{\alpha, (a-1)(b-1), ab(n-1)}$ untuk H_{03}

Kriterianya adalah tolak hipotesis tersebut apabila F_{α} ini terlalu kecil bila dibandingkan dengan statistik dari tabel ANAVA.

BAB IV

PERALATAN DAN PROSEDUR PERCOBAAN

Percobaan pemesinan ini dilakukan di Laboratorium Perautan Program Studi D III Teknik Mesin FTI - ITS, sedangkan pengukuran kekasaran hasil pemesinannya dilakukan di Balai Latihan Kerja Jl Dukuh Menanggal III/29 Surabaya.

4.1 Peralatan yang digunakan

4.1.1 Mesin Milling

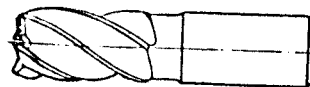
Mesin Milling yang digunakan adalah universal milling machine jenis knee type dengan data data sebagai berikut :

Jenis	: Universal Knee Type milling machine
Produksi	: RRC
Model	: X 6132
Type/seri	: 89443
Tegangan motor	: 380 V
Daya/general capacity	: 111 kVA
Frequency	: 50 Hz
Working width	: 320 mm
Working length	: 1320 mm

4.1.2 Pahat

Pahat yang digunakan dalam percobaan ini adalah dari jenis HSS. Adapun data-data dari pahat ini adalah sebagai berikut :

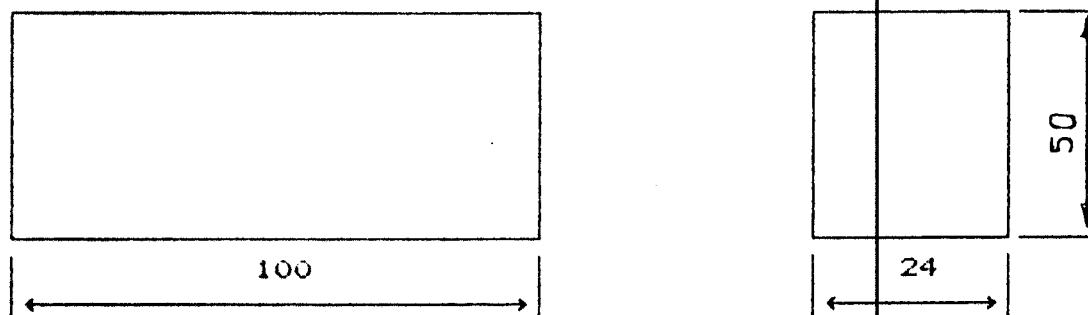
Jenis pahat : HSS
Jumlah mata : 4
Type pahat : end mill
Diameter : 10 mm



Gambar 4.1 Pahat Milling⁽⁷⁾

4.1.3 Benda kerja

Benda kerja yang digunakan dari jenis ST 37 dengan ukuran :



Gb 4.2 Dimensi benda kerja

4.1.4 Surface Roughness Tester

Peralatan Surface Roughness Tester yang digunakan adalah Mitutoyo Surf test (MST) 301 buatan Jepang.

Spesifikasi MST-301 :

Jenis : MST-301 seri 464B - 17B

Parameter yang ditunjukkan : R_a , R_q , R_t , $R_{3\sigma}$, R_y ,
 R_z , R_p , t_p , dan P_c

Kecepatan detektor :

maju 0,5 mm/s

mundur 1 mm/

Detektor :

bahan stylus : intan

radius stylus : 5 μm

metode pendektasian : induktansi

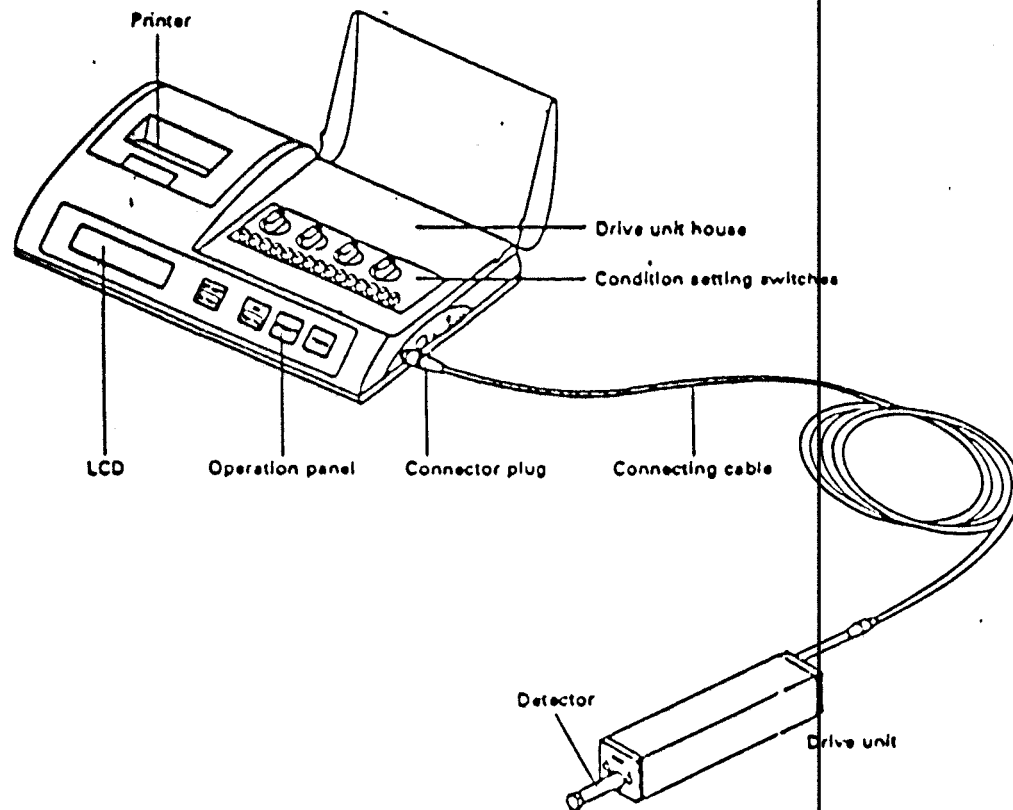
Power supply : AC adaptor AD 1012 D

input AC 220V, 50 Hz, 21 W

output DC 10V, 1,2A

Dimensi : 260 mm x 153 mm x 75 mm , berat 1,4 Kg

Temperatur kerja : 5° C - 40° C

Gb 4.2 Surf test⁽⁴⁾

4.2 Pelaksanaan Percobaan

Dalam percobaan ini, elemen-elemen yang diubah - ubah adalah putaran mesin dan gerak makan. Putaran mesin yang digunakan adalah 75, 150, dan 600 rpm, sedangkan gerak makan yang digunakan adalah 19 , 60 , 120 mm/menit

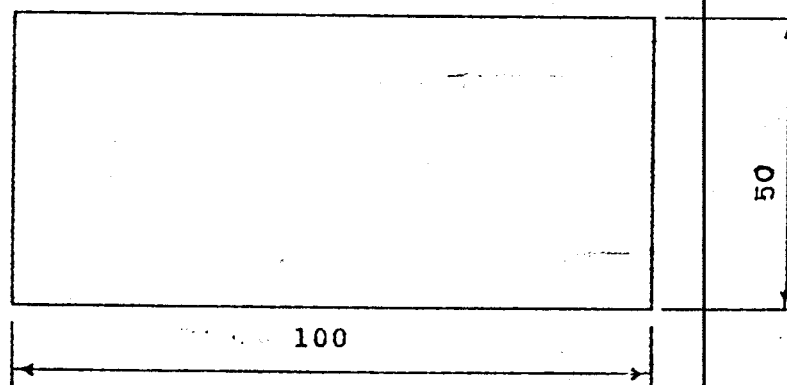
Sesuai dengan desain eksperimen diatas, maka percobaan ini diatur sedemikian rupa seperti yang ditunjukkan pada tabel 4-1:

Tabel 4-1 Susunan data kekasaran

Feeding mm/min	Putaran (rpm)		
	75	150	600
19	I	II	III
60	IV	V	VI
120	VII	VIII	IX

Kesembilan perlakuan tersebut dilakukan pada kedalaman potong yang sama yaitu 0,5 mm

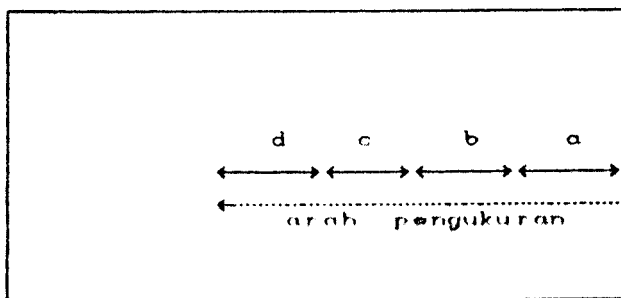
Sedangkan arah proses penyekrapan ini adalah seperti gambar berikut :

*Gb 4.3 Arah pengefreisan*

4.3 Pengukuran Kekasaran

Benda kerja yang telah difreis kemudian diukur kekasarannya dengan menggunakan MST-301.

Setiap benda kerja dilakukan pengukuran sebanyak 4 kali kemudian dirata rata dengan arah pengukuran seperti tampak pada gambar dibawah ini



dengan a, b, c dan d adalah panjang pengukuran

Gb 4.4 Posisi dan arah pengukuran

4.4 Hasil Percobaan

Dari 9 buah benda kerja dengan permukaan yang telah dimachining dan tiap permukaan diukur sebanyak 4 kali, maka dapat diperoleh data sebanyak 36 buah.

Data - data tersebut secara lengkap terlampir dalam Tugas Akhir ini.

B A B V

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Setelah data yang diperlukan ditabelkan seperti pada tabel 5-1 maka data tersebut dianalisa dengan analisa statistik.

Analisa statistik yang digunakan adalah analisa varian (anava) dan persamaan regresi.

5.1 Analisa Varian (ANAVA)

Pada eksperimen faktorial 3x3 ini, diambil A adalah gerak makan dengan 3 taraf faktor, dan B adalah putaran mesin dengan 3 taraf faktor.

Hipotesis yang digunakan adalah :

- Hoi : tidak ada pengaruh gerak makan terhadap kekasaran
- Hoz : tidak ada pengaruh putaran mesin terhadap kekasaran
- Hos : tidak ada pengaruh faktor interaksi antara gerak makan dan putaran mesin

tabel 5-1

Hasil pengukuran kekasaran

Gerak makan mm/Rev	Putaran rpm			Jumlah
	75	150	600	
19	9,99	2,22	1,25	
	1,86	1,67	2,45	
	2,76	2,96	1,24	
	2,58	9,01	1,11	
Jumlah	10,59	9,86	6,05	26,50
Rata-rata	2,65	2,46	1,51	
60	4,16	9,64	2,49	
	9,56	4,01	1,06	
	4,14	2,21	9,49	
	2,64	2,55	1,19	
Jumlah	14,50	12,41	8,17	35,08
Rata-rata	3,62	3,10	2,04	
120	8,39	7,99	5,40	
	6,61	4,72	2,84	
	7,06	7,76	9,90	
	4,99	6,69	4,09	
Jumlah	27,05	26,44	16,23	
Rata-rata	6,76	6,61	4,06	
Jumlah Besar	52,14	48,71	30,45	131,3

Sesuai dengan data-data yang telah didapat maka dapat dibuat tabel anava melalui perhitungan-perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= (3,39)^2 + (1,86)^2 + \dots + (3,90)^2 + (4,09)^2 \\ &= 618,86\end{aligned}$$

$$R_y = \frac{(131,3)^2}{3 \times 3 \times 4} = 478,88$$

$$\begin{aligned}A_y &= \frac{26,50^2 + 35,08^2 + \dots + 69,72^2}{3 \times 4} - 478,88 \\ &= 82,26\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B_y &= \frac{52,14^2 + 48,71^2 + 30,45^2}{3 \times 4} - 478,88 \\ &= 22,66\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Jab &= \frac{1}{4} (10,59^2 + 9,86^2 + \dots + 16,23^2) - 478,88 \\ &= 113,91\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}AB_y &= Jab - A_y - B_y \\ &= 113 - 22,66 - 82,26 \\ &= 8,99\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - A_y - B_y - AB_y - R_y \\
 &= 618,86 - 8,99 - 22,66 - 82,26 - 478,88 \\
 &= 26,07
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dibuat tabel ANAVA :

SUMBER VARIASI	DK	JK	KT	F
Rata rata perlakuan	1	478,88	-	-
A	2	82,26	41,13	42,84
B	2	22,66	11,33	11,8
AB	4	8,99	2,25	2,34
KEKELIRUAN	27	26,07	0,96	
JUMLAH	36	618,86	55,67	-

Tabel 5-2 Analisa Varian

Dari nilai-nilai F yang ada pada tabel diatas, maka hipotesa - hipotesa H_{01} , H_{02} , dan H_{03} dapat diuji.

Jika untuk pengujian ini diambil taraf nyata $\alpha = 0$

maka :

Perlakuan A

Dengan $v_1 = 2$ dan $v_2 = 27$

didapat $F_{0,025,2,27} = 4,24$ (tabel pada lampiran)

Karena $F > F_{\alpha}$ maka hipotesis H_{01} tidak diterima

Dengan demikian berarti faktor A yaitu gerak makan sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan.

Perlakuan B

Dengan $v_1 = 2$ dan $v_2 = 27$

didapat $F_{0,025,2,27} = 4,24$ (tabel pada lampiran)

Karena $F > F_{\alpha}$ maka hipotesis H_{02} tidak diterima

Dengan demikian berarti faktor B yaitu putaran mesin sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan.

Perlakuan AB

Dengan $v_1 = 4$ dan $v_2 = 27$

didapat $F_{0,025,4,27} = 3,31$ (tabel pada lampiran)

Karena $F > F_{\alpha}$ maka hipotesis H_{03} diterima

Dengan demikian berarti faktor AB yaitu faktor interaksi antara gerak makan dan putaran mesin tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan.

Walaupun faktor interaksi ini bisa berpengaruh, tetapi pengaruh itu sangat kecil.

3.2 Pembahasan

Dari percobaan dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh data-data yang menunjukkan angka-angka kekasaran dari masing-masing benda kerja dengan kecepatan potong dan kecepatan makan tertentu. Kemudian dari data masing-masing benda kerja tersebut, kemudian dikelompokkan berdasarkan kecepatan potong dan kecepatan makannya untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing komponen diatas.

Data-data yang telah dikelompokkan tersebut kemudian dirangkum dalam suatu tabel sehingga dapat digambarkan suatu grafik yang menderminkan hubungan dari salah satu komponen tersebut dengan kekasaran permukaan.

3.2.1 Pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan.

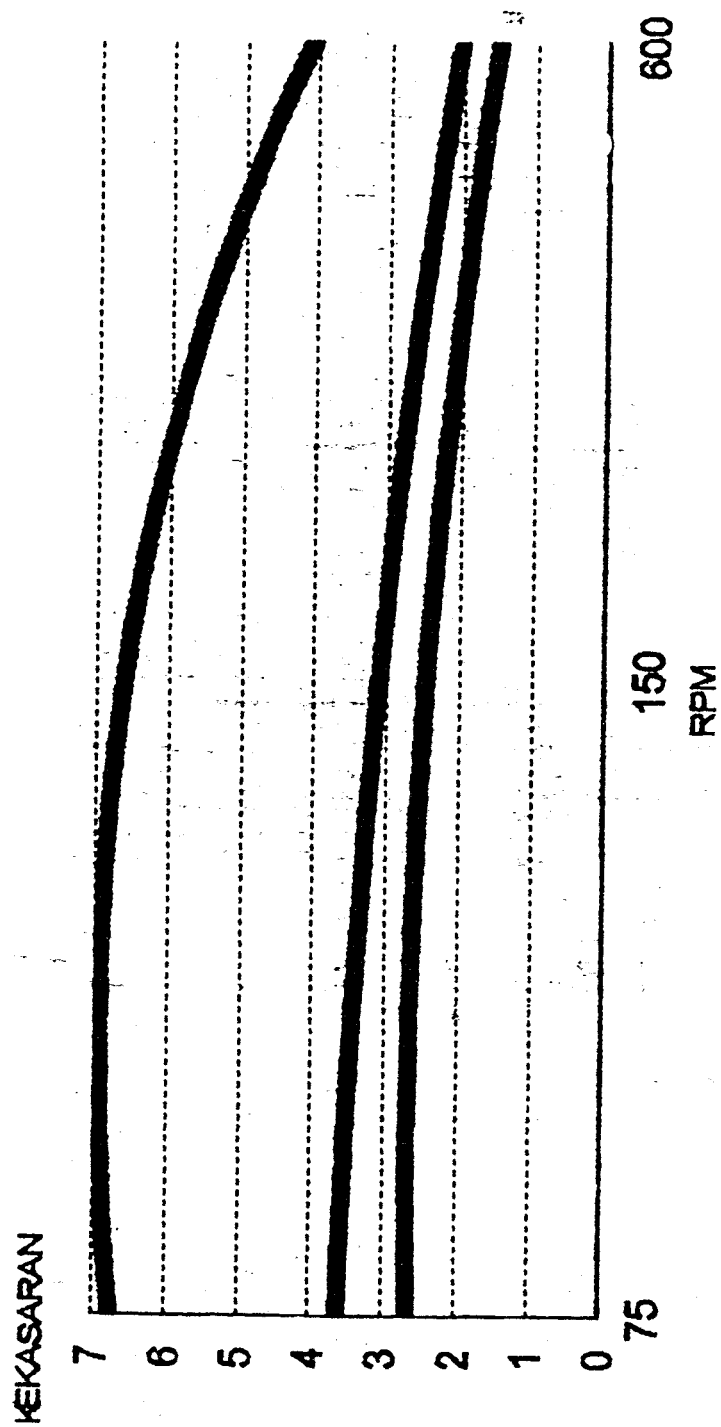
Dari tabel 5-3 apabila digambarkan pada sebuah grafik seperti pada gambar 5-1 , akan terlihat pengaruh dari putaran mesin terhadap kekasaran permukaan hasil pemesinan proses permesinan freis

Pada grafik tersebut dapat kita lihat dengan naiknya putaran mesin akan menghasilkan angka kekasaran yang semakin rendah yang berarti kondisi permukaan benda kerja tersebut semakin halus,

Jadi dengan kata lain bahwa semakin tinggi putaran mesin, kualitas permukaan yang dihasilkan pada proses freis akan semakin baik.

Tabel 5-3 Kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan

RPM	f_1	f_2	f_3
75	2,65	3,62	6,76
150	2,46	3,10	6,61
600	1,51	2,04	4,06



Gambar 5-1 Grafik kecepatan potong terhadap kekasaran

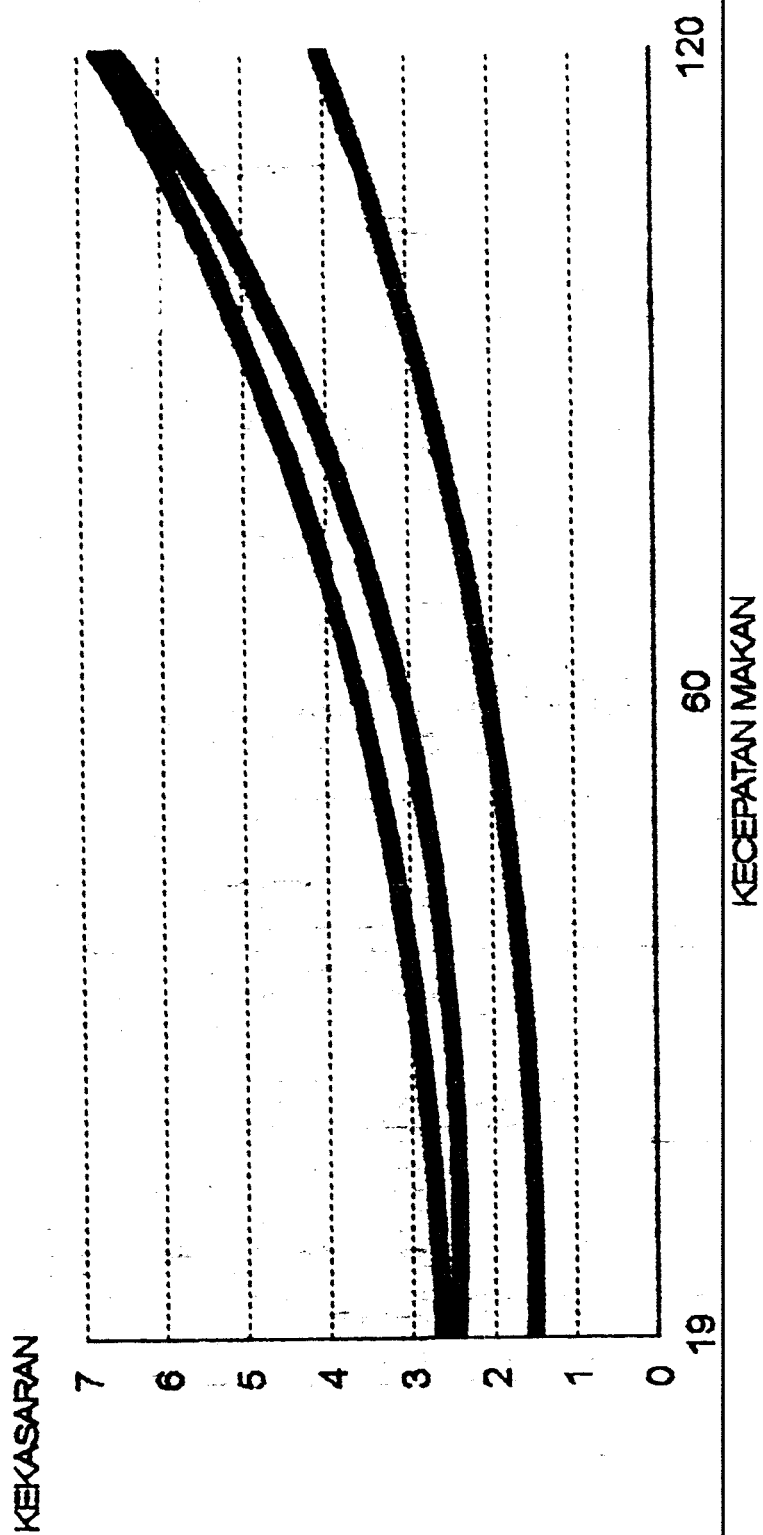
5.2.2 Pengaruh kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan.

Sebagaimana pembahasan pada kecepatan potong, pada kecepatan makan pun kita dapat melihat pengaruh kecepatan makan terhadap kekasaran dari grafik yang dibuat berdasarkan tabel 5-4 dibawah ini :

Tabel 5-4 Kecepatan makan terhadap kekasaran permukaan

f	n_1	n_2	n_3
19	2,65	2,46	1,51
60	3,62	3,10	2,04
120	6,76	6,61	4,06

Pada grafik dibawah ini terlihat bahwa semakin besar kecepatan pemakanan, kekasaran permukaan semakin tinggi, jadi dengan kata lain agar permukaan benda kerja hasil proses milling lebih halus, harus menggunakan kecepatan makan yang rendah.



Gambar 5-2 Grafik kecepatan makan terhadap kekasaran

B A B VI

K E S I M P U L A N

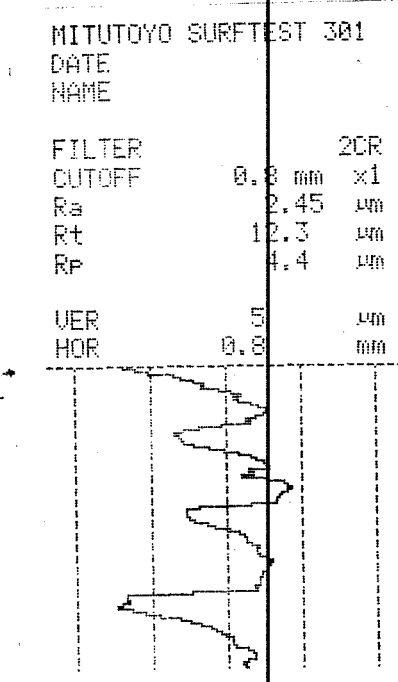
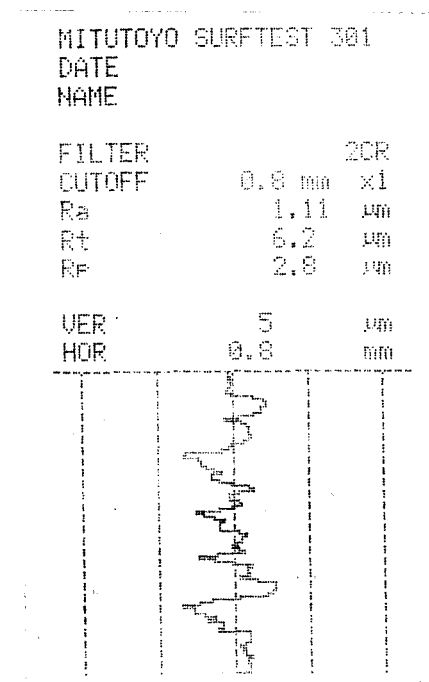
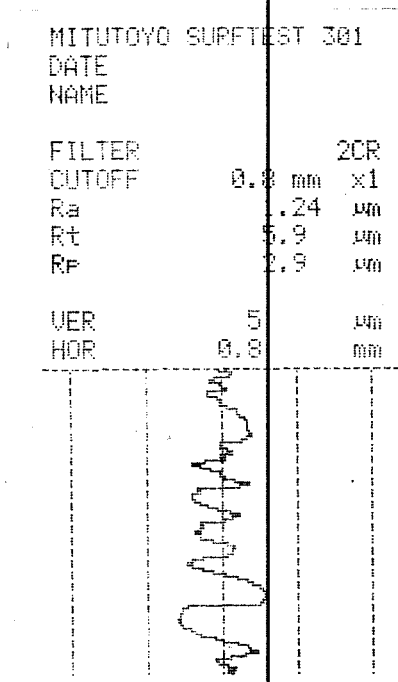
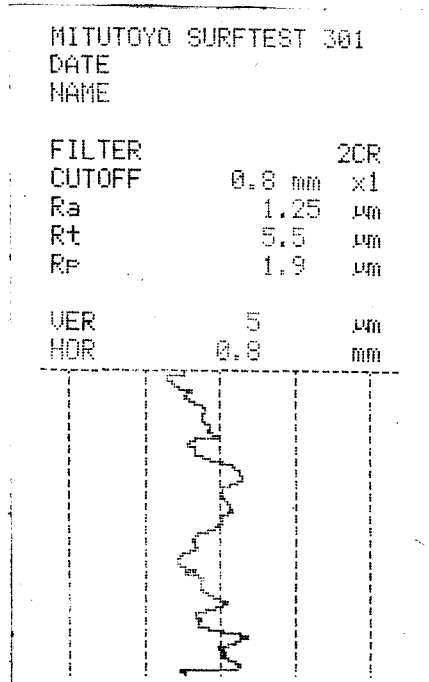
Berdasarkan data-data yang telah dianalisa dan dibahas maka dapat disimpulkan hal hal sebagai berikut :

1. Kecepatan potong dan pemakanan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja ST 37 hasil pemesinan proses milling.
2. Kecepatan potong yang semakin tinggi akan menurunkan kekasaran permukaan benda kerja ST 37 yaitu pada rentang 75 hingga 600 rpm kekasaran permukaan (Ra) rata rata turung hingga 1,8 μm
3. Kecepatan pemakanan yang semakin tinggi akan memperbesar kekasaran permukaan yang berarti mutu permukaan benda kerja akan semakin kasar yaitu pada rentang kecepatan makan 19 mm/min hingga 120 mm/min, rata rata kekasaran (Ra) naik hingga 3,6 μm .
4. Pengaruh kecepatan makan lebih besar dari pada pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan benda kerja St 37 pada proses milling vertikal.

DAFTAR PUSTAKA

1. S.Avrutin; Fundamentals of Milling Practice; Moscow; 1963
2. Boothroyd G; Fundamentals of metal machining and machine tools; Mc Graw Hill book Co Singapura; 1981
3. Gelling H; All about machine tools; Wiley Eastern limited; New Delhi ;1982
4. Mitutoyo; Operation Manual of surflest 301 seri 178
5. Rochim T; Teknik Pengukuran; Departemen Pendidikan dan Kebudayaan
6. Sujana; Desain dan Analisis Eksperimen; Torsito Bandung ;1994
7. Henry D, Burghardt, Aaron A ; Machine tool operation; Mc GrawHill Book Company; New York; 1954
8. Walpole, Ronald E ; Ilmu peluang dan statistika untuk ilmuwan dan insinyur; ITB Bandung 1986

SPESIMEN 1



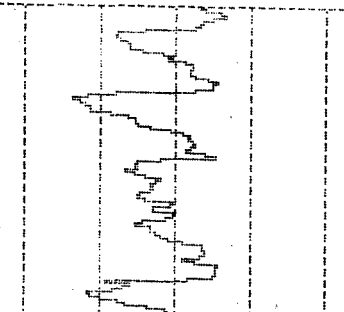
SPESIMEN 2

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.22	μm
Rt	10.4	μm
Rp	3.4	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm

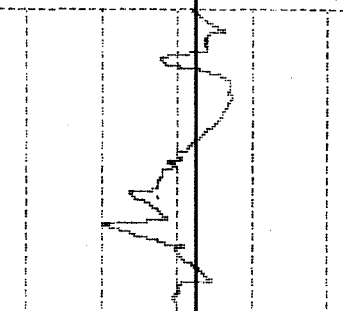


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	1.67	μm
Rt	8.5	μm
Rp	3.7	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm

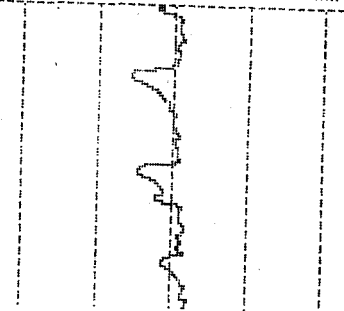


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.96	μm
Rt	15.9	μm
Rp	4.8	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

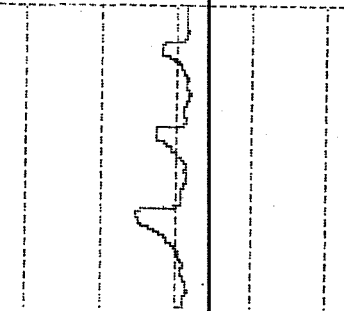


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	3.01	μm
Rt	14.7	μm
Rp	4.3	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



SPESIMEN 3

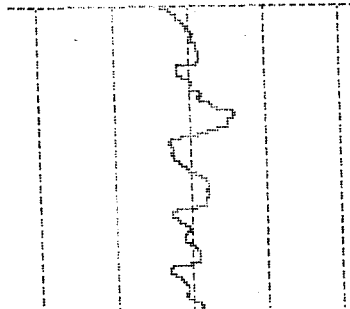
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	3.39	μm
Rt	20.4	μm
Rp	12.6	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



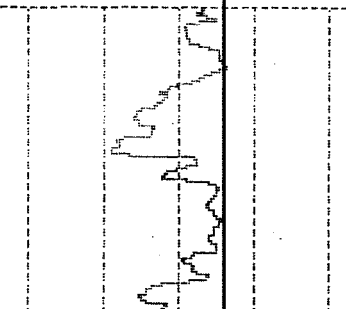
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	1.86	μm
Rt	7.9	μm
Rp	3.4	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



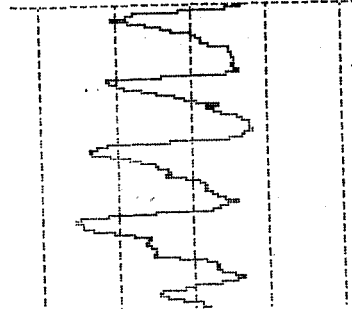
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.76	μm
Rt	12.0	μm
Rp	4.1	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



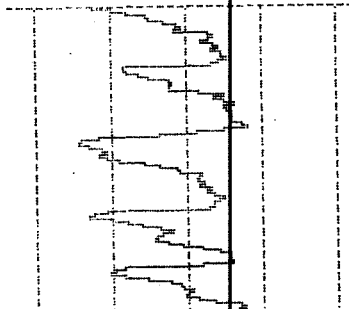
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.58	μm
Rt	11.7	μm
Rp	4.2	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



SPESIMEN 4

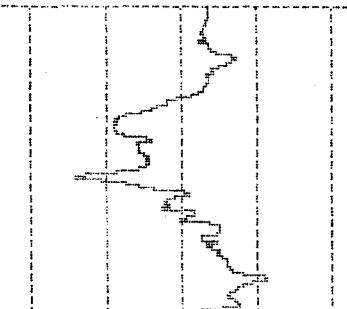
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.49	μm
Rt	13.0	μm
Rf	5.9	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



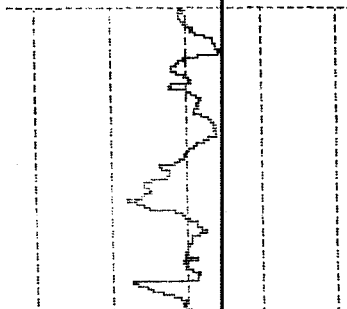
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	1.06	μm
Rt	6.5	μm
Rf	2.6	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



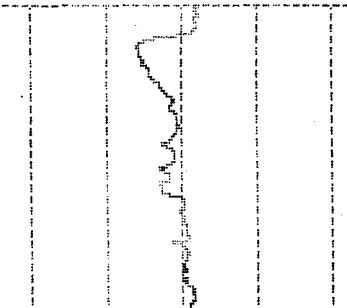
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	3.49	μm
Rt	16.6	μm
Rf	5.2	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



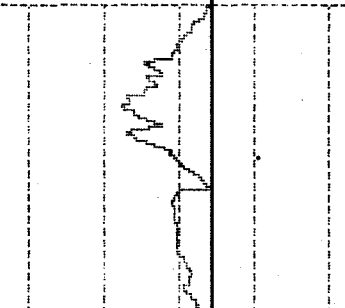
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	1.13	μm
Rt	6.4	μm
Rf	2.5	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



SPESIMEN 5

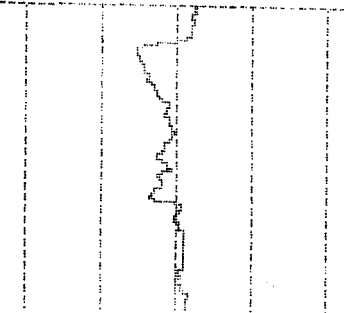
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	3.64	μm
Rt	16.2	μm
Rp	5.4	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



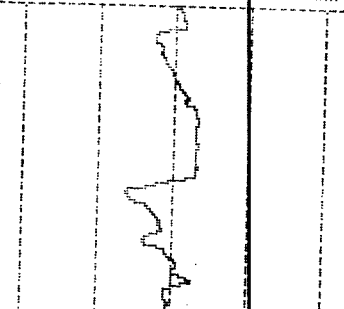
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	4.01	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



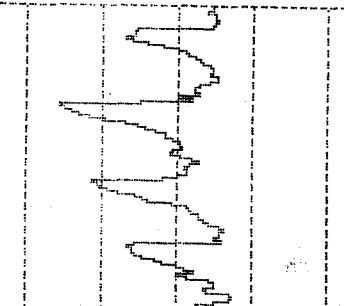
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.21	μm
Rt	12.0	μm
Rp	4.2	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



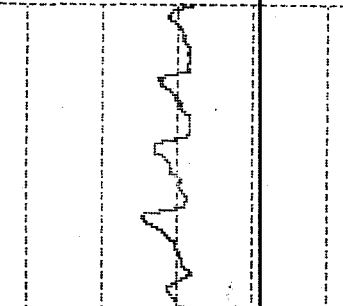
MITUTOYO SURFTES 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.35	μm
Rt	13.9	μm
Rp	4.8	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



SPESIMEN 6

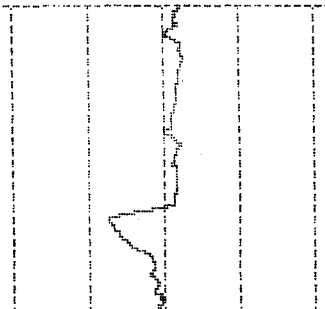
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER	2CR
CUTOFF	0.8 mm x1
Ra	4.16 μ m
Rt	20.3 μ m
Rp	5.8 μ m

VER	20	μ m
HOR	0.8	mm



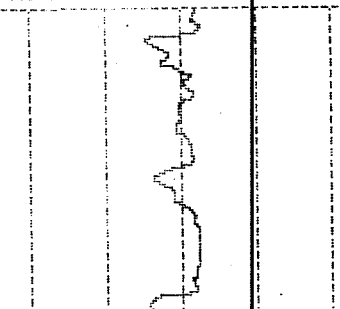
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER	2CR
CUTOFF	0.8 mm x1
Ra	3.56 μ m
Rt	14.4 μ m
Rp	5.5 μ m

VER	20	μ m
HOR	0.8	mm



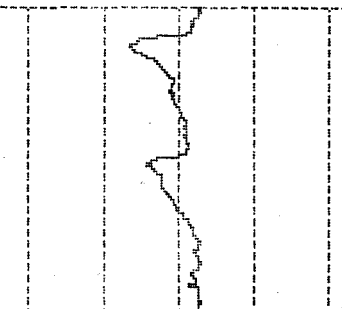
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER	2CR
CUTOFF	0.8 mm x1
Ra	4.14 μ m
Rt	19.0 μ m
Rp	6.2 μ m

VER	20	μ m
HOR	0.8	mm



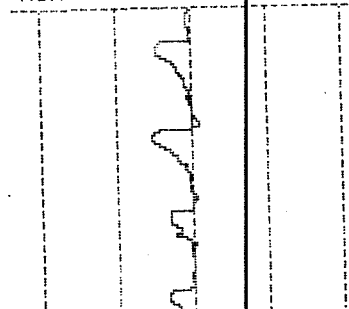
MITUTOYO SURFTEST 301

DATE

NAME

FILTER	2CR
CUTOFF	0.8 mm x1
Ra	2.64 μ m
Rt	12.9 μ m
Rp	2.3 μ m

VER	20	μ m
HOR	0.8	mm



SPESIMEN 7

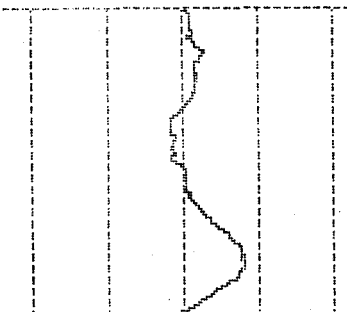
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	5.40	μm
Rt	19.9	μm
Rp	16.4	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



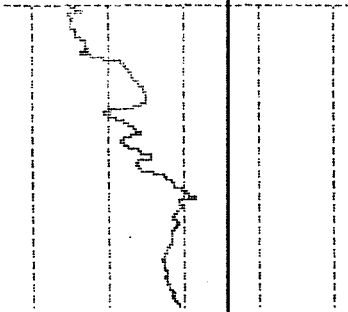
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	2.84	μm
Rt	8.6	μm
Rp	1.8	μm

VER	5	μm
HOR	0.8	mm



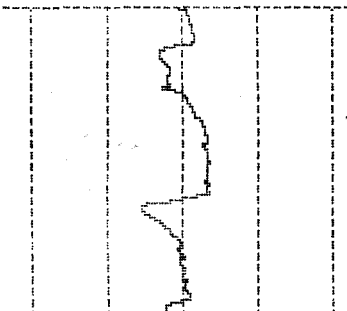
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	3.90	μm
Rt	18.5	μm
Rp	7.9	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



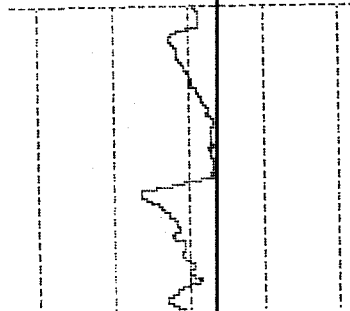
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	4.09	μm
Rt	20.2	μm
Rp	7.4	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



SPESIMEN 8

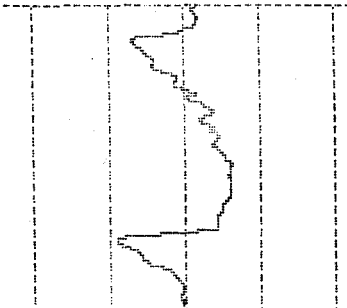
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	7.33	μm
Rt	30.9	μm
Rf	13.2	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



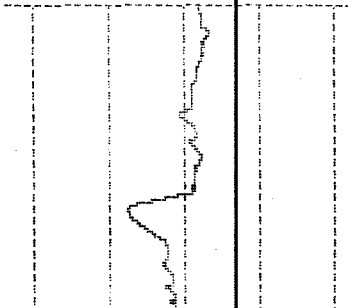
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	4.72	μm
Rt	22.5	μm
Rf	7.3	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



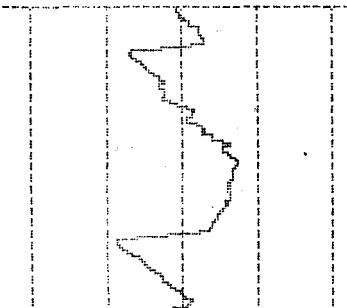
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	7.76	μm
Rt	32.8	μm
Rf	15.1	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



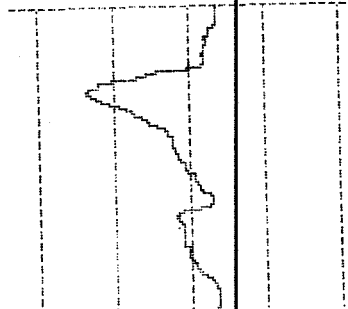
MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	6.63	μm
Rt	35.3	μm
Rf	7.9	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



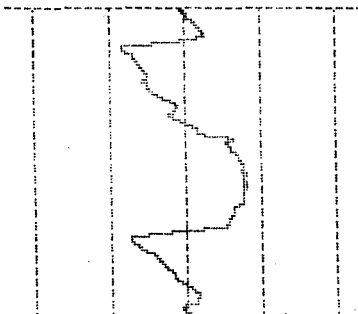
SPESIMEN 9

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	8.39	μm
Rt	32.7	μm
Rp	16.4	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

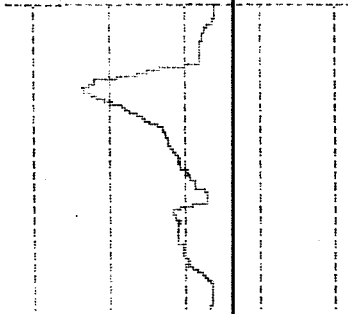


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	6.61	μm
Rt	38.5	μm
Rp	8.1	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

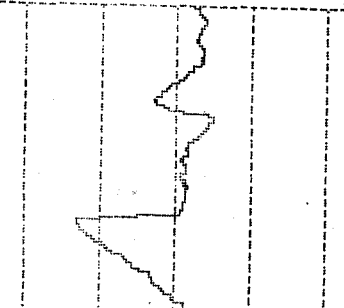


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	7.06	μm
Rt	37.4	μm
Rp	11.5	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

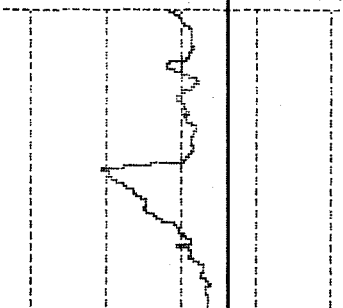


MITUTOYO SURFTTEST 301

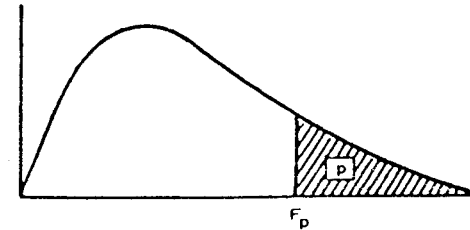
DATE
NAME

FILTER		2CR
CUTOFF	0.8 mm	x1
Ra	4.99	μm
Rt	29.0	μm
Rp	8.0	μm

VER	20	μm
HOR	0.8	mm



Nilai Persentil Distribusi F
Bilangan dalam Badan Daftar Menyatakan F_p
untuk peluang $p = 0,025$



U_1 = dk pembilang

$U_1 \backslash U_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3	968.6	976.7	984.9	993.1	997.2	1001	1006	1010	1014	1018
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	4.67	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.72
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91
26	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88
27	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85
28	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83
29	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64
60	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48
120	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31
∞	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11	2.05	1.94	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00

Sumber : Handbook of Tables for Probability and Statistics [2]